

小学校低学年からを対象とした プログラミングの基本処理を身に付ける教材及びアプリの開発

石塚丈晴¹ 弘中 大介¹ 堀田龍也²

概要: 2020年度より小学校にプログラミング教育が導入された。小学校学習指導要領及び小学校プログラミング教育の手引き(第三版)では、小学校での各教科等では小学3年生(プログラミング言語を使用するものは小学5年生から)の場合を例示している。一方でプログラミングの基本処理の一つである「順序」処理は、小学1年生の国語でも扱われている概念であり、低学年からプログラミングの基本処理を身に付けることは可能であると考えた。本研究では低学年からの児童を対象としたプログラミングの基本処理である「順序」「分岐」「繰り返し」を身に付けるためのアンプラグド教材及びタブレットやPCでのプログラミング・アプリの開発を行った。

キーワード: 初等教育, プログラミング, 順序, 分岐, 繰り返し, アンプラグド, アプリ

Development of Learning Materials and Applications Understanding Basic Programming from Lower Elementary School Students.

TAKEHARU ISHIZUKA^{†1} DAISUKE HIRONAKA^{†1}
TATSUYA HORITA^{‡2}

Abstract: Programming education had been started in all primary schools in Japan from April 2020. In “Courses of Study” published by The Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan (MEXT) in 2017, there appeared 3 example studies in Arithmetic for Year 5, in Science for Year 6, and in the Period for Integrated Studies from Year 3 to Year 6. However, there are many units related thinking in programming such as “Sequence” from Year 1. In this paper, learning materials based unplugged and applications to learn “Sequence”, “Conditional branch”, and “Iteration” from Year 1 were presented.

Keywords: Elementary School, Programming, Sequence, Conditional branch, Iteration, Unplugged, Application

1. はじめに

2020年度より小学校では新学習指導要領に基づく教育が始まっている[1]。今回の学習指導要領改訂では、いくつかの大きな改訂があるが、その一つが情報教育の大幅な強化である。情報活用能力の育成については旧学習指導要領[2]でも小学校段階から求められていた。しかし今回の改訂では、情報活用能力を学習の基盤となる資質・能力であると明記され、情報活用能力の育成をあらゆる教科・場面で行うことが求められている。更に、情報活用能力育成の一環として小学校段階でのプログラミング教育の導入が行われる。

小学校学習指導要領では5年生算数(正多角形)、6年生理科(電気の性質)及び総合的な学習の時間でのプログラミング教育を例示している。一方、小学校学習指導要領の総則ではプログラミングという言葉自体は出てきていないものの、小学校学習指導要領解説[3]の総則の部分では、プログラミング的思考は情報活用能力の一つであることが示されている。総則は全学年・全教育課程が対象となるため、

小学校におけるプログラミング教育は小学校の全教育課程を通じて、適切に行うことが求められている。

2. 小学校プログラミング教育の手引き

文部科学省では小学校学習指導要領、小学校学習指導要領解説のほか、小学校におけるプログラミング教育のより具体的な解説及び事例を示すために、小学校プログラミング教育の手引き(第三版)を発行している[4]。小学校プログラミング教育の手引きでは、小学校段階でのプログラミングに関する学習活動を次のAからFの6つに分類している。

表1より、各教科等で実施されるプログラミング教育はA分類及びB分類となる。小学校プログラミング教育の手引き(第三版)のA、B分類では、小学3年生からの音楽での学習場面を示しているが、実際にプログラミング言語を使用する場面については、A分類の小学5年生の算数で示されている。一方で、小学校プログラミング教育の手引き(第三版)の第2章では、小学校におけるプログラミ

¹ 福岡工業大学短期大学部
Fukuoka Institute of Technology, Junior College
² 東北大学
Tohoku University

ング教育の狙いは、プログラミングの技能を習得すること自体をねらいとしているのではないと述べられている。特に A, B 分類は各教科等で行われるため、各教科等での学習目標が優先される。

表 1 小学校段階のプログラミングに関する学習活動の分類[3]

Table 1 Classification of Learning Activities for Programming at Elementary School.

| | |
|---|--|
| A | 学習指導要領に例示されている単元等で実施するもの |
| B | 学習指導要領に例示されていないが、学習指導要領に示される各教科等の内容を指導する中で実施するもの |
| C | 教育課程内で各教科等とは別に実施するもの |
| D | クラブ活動など、特定の児童を対象として、教育課程内で実施するもの |
| E | 学校を会場とするが、教育課程外のもの |
| F | 学校外でのプログラミングの学習機会 |

従って、小学 5 年生の算数の授業で、児童に対して初めてプログラミング言語を導入し、かつ単元の学習目標を到達させることは、現実的とは言えない。そこで、小学校プログラミング教育の手引き（第三版）では、C 分類で、プログラミングの技能の基礎を学習することなどを示している。

3. 本研究の目的

3.1 プログラミングの基本処理の学習と学年

小学校プログラミング教育の手引き（第三版）では、C 分類でのプログラミングの技能の基礎を学習について対象学年は特に明記していない。しかし、A 分類での小学 5 年生の算数でプログラミングを実施するという観点からすれば、小学 5 年生（か小学 4 年生）での実施が妥当であると考えられる。

また、実際にプログラミング言語を利用する場合、スクラッチなどのビジュアル・プログラミング言語であってもキーボード入力ができることが好ましく、ローマ字を学習する小学 3 年生以降が望ましいと考えられる。

一方で、小学校低学年からの教科における学習内容からは、例えば小学 1 年生の国語で、文章の並び変えで正しい順序で文章を並べないと相手に伝わらないという学習では、プログラミングの基本処理の「順序」の概念を学習している。また、小学 2 年生の算数の三角形と四角形の学習で、いろいろな図形の中から三角形や四角形を選ぶための理由を考えるが、これはプログラミングの基本処理の「分岐」の概念を学習している。

従って、プログラミング的思考の一部であるプログラミ

ングの基本処理の概念自体は小学校低学年から学習しているため、教科で学習した概念をプログラミングに結び付けることは、低学年からでも可能であると考えられる。

3.2 小学校低学年からを対象としたプログラミングの基本処理を身に付ける教材とアプリの設計

本研究ではプログラミングの基本処理である「順序」「分岐」「繰り返し」を各テーマとして学ぶための教材とアプリを開発した。ただし、「分岐」「繰り返し」については、「分岐+順序」「繰り返し+順序」の内容で開発した。

開発の基本方針としては、各テーマでの学習活動を概念の理解とプログラミング体験による練習の 2 つの部分に分けた。前半で実施する概念の理解では、児童に体を使っての体験や、実生活での体験から各テーマの内容を説明し、後半で実施するアプリによるプログラミング体験で行う内容に準じた活動を、コンピュータを使わずに行う教材を開発した。なお、本研究ではアプリで行う内容に準じた活動を、コンピュータを使わずに行う教材をアンブラグド教材と呼ぶ。対象は小学 2 年生以上を当初想定したが、小学 1 年生で「順序」の概念を学習していることから、「順序」については小学 1 年生以上、その他は小学 2 年生以上を対象とした。また、アプリについては低学年から実施するためキーボード入力は使わず、タップまたはマウスのみで操作できることとした。実施時間については、アンブラグド教材での学習に 45 分間、アプリでの学習に 45 分間の計 90 分間のセットとした。

4. 開発した教材及びアプリ

4.1 「順序」を学ぶアンブラグド教材及びアプリ

図 1 は、「順序」のワークシートを示している。スタートの位置にロボットを矢印の向きにのせ、2 か所の三角コーンを必ず通ってゴールに到着するまで、ロボットを実際に進ませながら、「みぎ」「ひだり」「すすむ」の命令が書かれた板磁石を、図 2 のプログラムボードに順番に張り付けていく。プログラムが完成したら、今度はプログラムに従って、ロボットを動かして、三角コーンを通してゴールできるかを確認する。

図 3 は同様のことをタブレット又は PC で行うためのプログラミング・アプリである。また、図 4 は図 3 のアプリの問題を全てクリアした児童のために開発したもので、所定の位置まで荷物を移動するためにクレーンに命令するプログラムを作るアプリである。

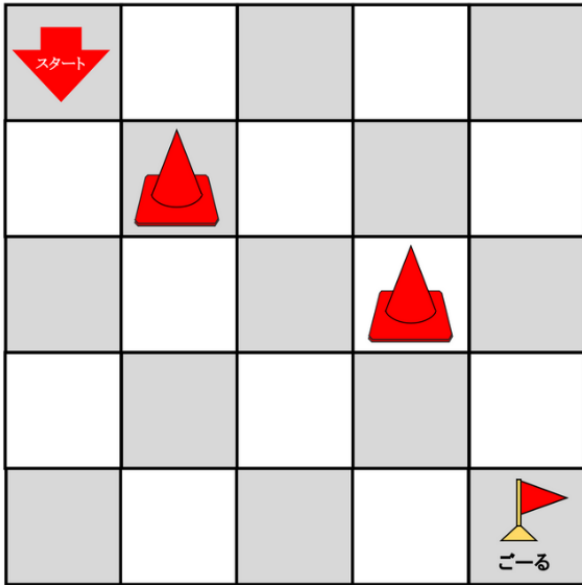


図1 ロボットを動かすためのワークシート例

Figure 2 Worksheet for moving a robot.

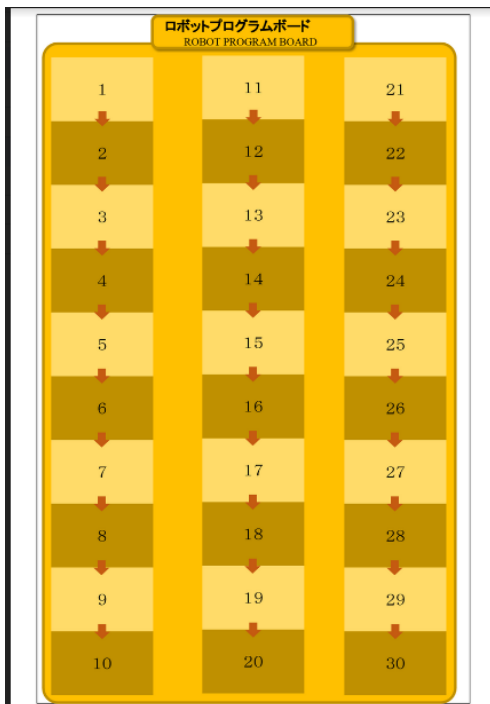


図2 ロボットへの命令を張り付けるプログラムボード

Figure 3 Program Board

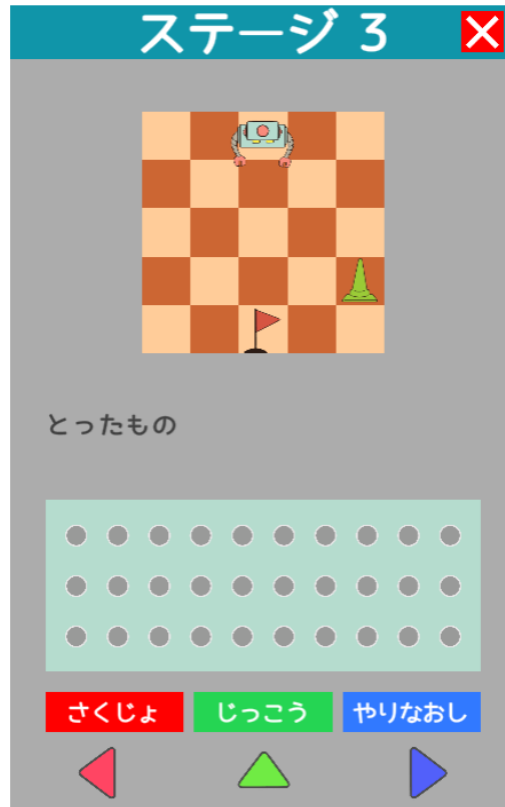


図3 ロボットを動かすプログラミング・アプリ

Figure 3 Application for moving a robot.

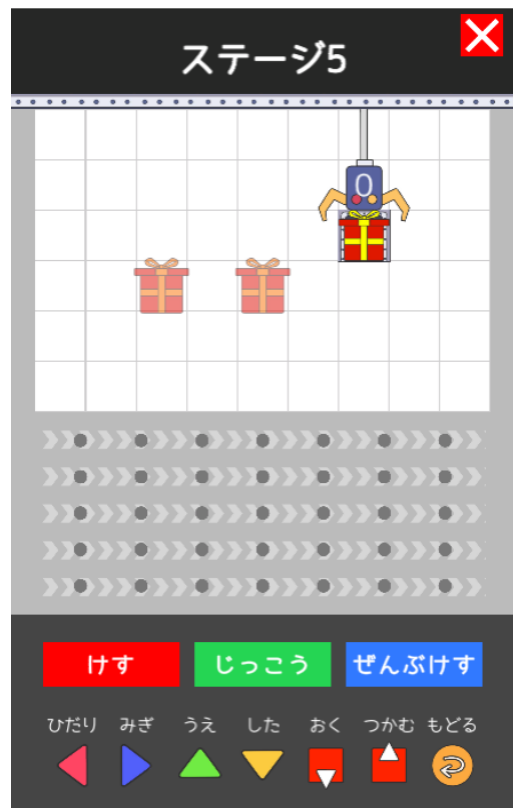


図4 クレーンで荷物を移動するプログラミング・アプリ

Figure 4 Application for operating a crane.

4.2 「分岐」を学ぶアンプラグド教材及びアプリ

図5は分岐を学ぶためのワークシートを示している。このほかに、野菜と果物が描かれた絵カードと色や形の言葉が書かれた質問カードを用意した。右上の枠には絵カードを置き、絵カードのなかから一つの絵だけを選ぶためにどのような質問カードを「はい」「いいえ」に置けばよいか考え、実際に絵カードを分類する体験を行う。

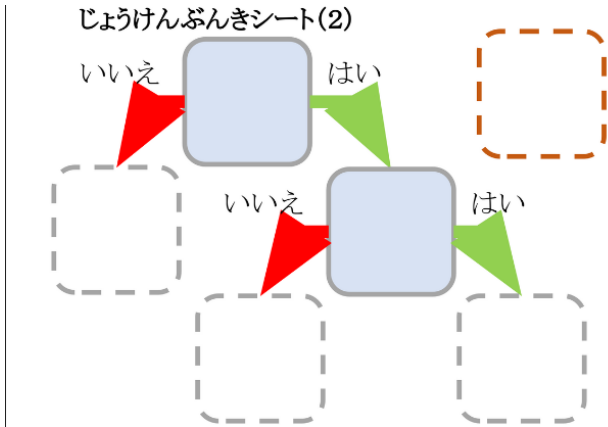


図5 分岐を学ぶためのワークシート

Figure 5 Worksheet for learning conditional branch.

図6は分岐を学ぶためのプログラミング・アプリを示している。用意されているおもちゃを正しく子供たちに届けるために仕分け装置（正方形の部分）に条件となる言葉の組み合わせを選択するプログラミング・アプリである。

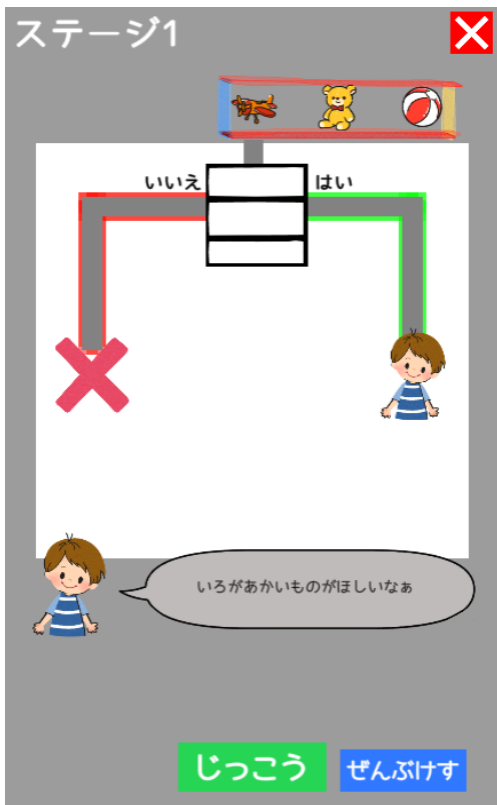


図6 おもちゃを仕分けするプログラミング・アプリ

Figure 6 Application for sorting toys.

4.3 「分岐」を学ぶアンプラグド教材及びアプリ

図7は反復を学ぶためのワークシートを示している。このほかに透明なシートにマス目が印刷されたものも用意した。帽子をかぶった子が窓の開いているところにいる子に縦と横の梯子を各1つで組み合わせたものを繰り返して牛乳を配達する（待っている子の左右どちらかを通過することで配達完了）という設定である。児童は、透明なシートのマス目の上に縦と横の梯子をペンで描き、それをずらしながら繰り返して目的の場所まで行く方法を体験する。

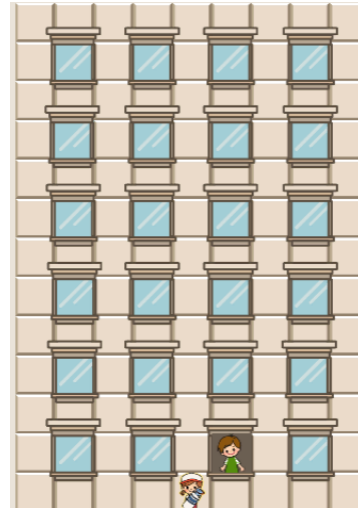


図7 繰り返しワークシート

Figure 7 Worksheet for learning repetition.

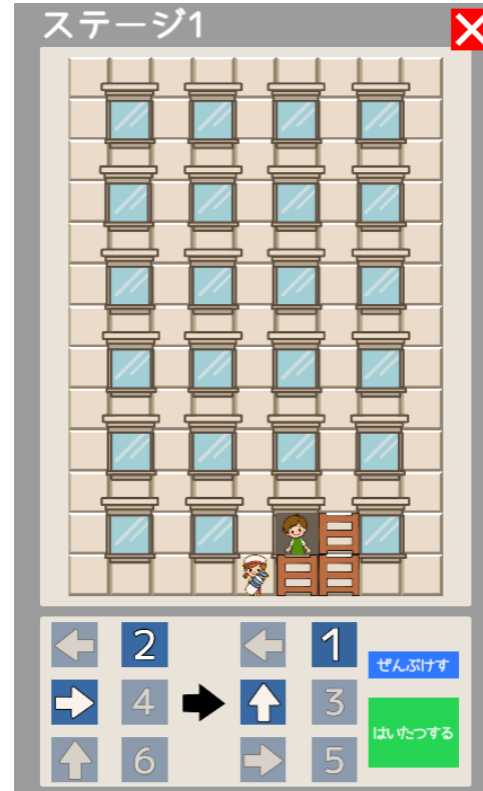


図8 縦と横の梯子の組み合わせの繰り返して牛乳を運ぶプログラミング・アプリ

Figure 8 Application for learning repetition with ladders.

図8は、図7をアプリケーション化したものである。縦と横の梯子の長さを選択し組み合わせたものを繰り返すことで、目的地に牛乳を運ぶためのプログラムを作るプログラミング・アプリである。

5. 実践

本研究で開発した教材及びアプリは、本学が主催することもプログラミング教室、及び本学と連携協定を結んでいる自治体の公民館や図書館で開催したこともプログラミング教室で実際に用いて実践を行った。これまでに、「順序」は2017年から計6回、「分岐」は2018年から3回、「繰り返し」は2020年に1回実施した。対象は、「順序」以外は小学2年生から小学3年生とし、「順序」は小学1年生から小学3年生とした。しかし、「繰り返し」については当初2020年3月に実施を予定していたが、COVID-19の感染拡大に伴い2020年7月に延期したため、実質的には小学3年生から小学4年生が参加した。

参加児童の募集は、本学で開催したものは、本学のエクステンションセンターが付近の小学校や最寄り駅で配布している学外向け講座のパンフレット及びWebサイトで行った。自治体との連携協定での開催の場合は、各自治体に委任した。また、参加費用はいずれも無料とした。

参加した児童の人数は2017年は26名で2018年より各回16名とした。講師は筆者ら（弘中及び石塚）が務めた。講座の前半の概念の理解の部分では、これまでに小学生対象の講師経験のある石塚が担当し、後半のプログラミング体験では本研究で開発したアプリの開発担当である弘中が担当した。その他、本学学生による補助員を2017年は8名、2018年以降は2又は3名の体制で実施した。

6. 評価

本研究での実践に対しては、実践後に児童及び保護者にアンケートをとり、学習全般やアプリに対する感想や理解度、プログラミング学習への意欲の調査を行った。また、児童がどのような操作をしたのかを調査して、児童の理解度などを分析するため、アプリ使用時の操作時刻と操作内容を記録してデータを収集した。加えて、学習時の全体的な様子や雰囲気を確認するために、実践の様子をビデオ映像として記録した。これらによる分析・評価については現在詳細な分析を実施中のため、結果については今後の機会でご報告したい。

本実践について参加児童の募集をしたところ、ほとんどの講座に対して募集開始後一週間程度で定員が埋まる状況であった。第1回の実践である2017年は、使用可能なタブレットが10台強であったので2名で1台を使用するという前提で20名を募集した。しかし、この回は自治体との連

携協定による実施であったため、募集等については先方に任せたと、自治体の中でも特定の公民館区で募集をしたため、定員を超えても断りにくいとのことで、結局26名で実施することとなった。幸い、可動タブレットは13台あったため、問題なく実施できた。また、参加児童も同じ校区のため、仲良く教え合う様子も見られた。しかし、他の実施回では友達同士で参加した児童は、2人で1台でも問題なかったが、知らない児童同士の場合は一方の児童がタブレットを操作しているとき、他の児童はやる事が無い状態である姿が多く見受けられたため、2019年度より一人一台で実施することとし、端末を20台に増やし、実践時の不具合も想定して定員を16名とした。

学習活動中の児童の様子及びアプリの大まかなログ分析から、以下の点が分かり教材やアプリ、活動内容の修正を行った。

- 1) 当初小学1年生の「順序」に関しては、「みぎ」という命令は右を向くだけで進まない設定であった。しかし、ただでさえ右と左に混乱している児童がいる上に、右を向いたうえで更に左右に向くというところで混乱が生じている様子が見られた。そこで、ロボットの気持ちになってロボットの正面と児童の正面が同じになるようにワークシートやタブレットを回転させて使用すると良いというアドバイスを与えた。事実、小学1年生のアプリのログデータをみると、右と左を間違えて指示している児童が半数程度見られた。そこで、「順序」のアプリは小学1年生向けに「みぎ」の命令は、右を向くのではなく、スタート時点でのロボットの正面を基準として右のマス目に移動する設定に変更したものを用意した。なお、ワークシートなどは当初の設定の場合と共用して使用できるため、変更はせず運用で対応することとした。
- 2) 「順序」「分岐」「繰り返し」の内容については、おおむね対象学年の児童でも理解できている内容であった。「繰り返し」の実践については、当初小学2・3年生を対象として募集したが、実施時期が年度を超えて延期となったため、実際には小学3・4年生が対象となった。しかし、たまたま会場に来ていた小学4年生の兄弟で小学2年生の児童がいたため、急遽参加してもらった。小学2年生の児童でも「繰り返し」のアプリへの回答状況から問題はほぼ全て正解していた。しかし、回収したアンケートで「もうりたくない」という記述や否定的な回答が多く、負荷が高すぎた可能性があるかと判断した。そのため、今後は「繰り返し」については小学3・4年生を対象として募集することにした。

7. 今後

今後については、評価でも述べた通り、実践に対する詳細な分析を進めて、報告を行いたい。

また、小学校プログラミング教育の手引き（第三版）のC分類として、実際の小学校の授業での実践研究を計画しており、今後報告を行いたい。

尚、本研究で開発したアプリは現在以下のURLの「ためしにあそぶ」（「はじめる」は登録ユーザ向け）で一部公開している。

<http://www.ishizukalab.net/cot4kids/st/>

謝辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金（課題番号 17K00993）及び文部科学省科学研究費補助金（課題番号 18H01045）の助成を受けたものです。

また、本研究の実施にあたり福岡工業大学社会連携室、福岡工業大学エクステンションセンター及び福岡工業大学総合研究機構の支援を受けました。

参考文献

- [1] “小学校学習指導要領”，文部科学省(2017).
- [2] “小学校学習指導要領”，文部科学省(2008).
- [3] “小学校学習指導要領解説総則編”，文部科学省（2017）
- [4] “小学校プログラミング教育の手引き（第三版）”，文部科学省（2020）